

ДЕФОРМАЦИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ КРАСНЫХ ГЛИН ПРИ ОБЖИГЕ

П. Г. УСОВ и А. В. ПЕТРОВ

Изделия из красных глин при обжиге в области высоких температур обладают пластической деформацией. Деформация при высокой температуре изделий из огнеупорных глин изучена подробно, и эта характеристика является одной из главных в оценке качества изделий. Красные глины с этой точки зрения не исследуются совсем, несмотря на то что данные о текучести могли быть весьма полезными при переработке их в изделия.

Пластическая деформация изделий из красных глин при обжиге, так же как и других изделий керамических составов, происходит вследствие постепенного плавления материала, протекающего в некотором температурном интервале. В отличие от огнеупорных глин, имеющих в большинстве случаев длинный интервал плавления, красные глины, вследствие более сложного их химического и минералогического составов, плавятся интенсивней, и изделия из них при обжиге деформируются до полного разрушения в узком температурном интервале.

Своей работой мы ставили задачу—практически определить текучесть изделий из красных кирпичных глин и проследить за влиянием примесей карбоната кальция и соды на текучесть при обжиге.

Для исследования были взяты красные глины с обычным химическим составом для районов Западной Сибири.

Т а б л и ц а 1

Химический состав глин

№ пп	Название глины	п. п. п.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Сумма
1	Анжерская . .	6,07	65,50	16,45	7,05	2,32	1,0	98,39
2	Малининская	7,35	62,70	15,60	5,80	5,56	1,76	98,77
3	Каменская . .	7,35	68,50	13,08	3,92	5,25	0,80	98,90

Т а б л и ц а 2

№ пп	Название глины	Количество фракций в % с величиной зерна в мм					
		1,0—0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	0,01—0,005	0,005—0,001	мельче 0,001
1	Анжерская . .	0,32	1,80	38,76	51,85	8,55	8,60
2	Малининская	0,45	6,36	30,75	51,61	5,35	4,90
3	Каменская . .	0,95	36,54	34,24	19,85	1,09	7,04

Грубодисперсная часть, с величиной зерна крупнее 0,01 мм, у всех трех глин сложена преимущественно полевыми шпатами.

У анжерской глины зерна полевых шпатов в преобладающем большинстве бурые, в значительной степени превращенные в глинистое вещество. Реже наблюдаются более свежие зерна с отчетливыми микроклиновыми двойниками. Как примесь в этих фракциях присутствуют кварц, хлорит, зеленая роговая обманка и др.

В каменной глине плагиоклаз преобладает свежий, прозрачный и малоизмененный буроватый или сероватый. Часто наблюдается сложная двойниковая структура и включения мелких призмочек и зерен бесцветных минералов и магнетита. Ортоклаз чаще бурый, но наблюдаются также и малоизмененные зерна. Микроклин всегда свежий, прозрачный или слегка розоватый.

Малининская глина содержит высокий процент ортоклаза, сильно каолинизированного, и в меньшей части наблюдается его хлоритизация. В небольшом количестве в глине встречается плагиоклаз. В отличие от других, в этой глине содержится высокий процент лимонита, красновато-бурого до черного цвета. Кварц встречается в виде редких угловатых зерен.

По показателю преломления, двупреломления и углу угасания плагиоклазы всех трех глин относятся к ряду олигоклаз-андезин.

Содержание главных минералов грубозернистых фракций глин приведено в табл. 3.

Т а б л и ц а 3

№ пп	Название глины	Плагиоклаз	Ортоклаз и микроклин	Хлорит	Лимонит	Кварц
1	Анжерская	70,0	12,0	6,5	мало	6,7
2	Каменная	70,2	16,7	8,5	мало	2,6
3	Малининская . . .	9,0	70,0	0,5	17,5	мало

Подобранные глины различны по керамическим свойствам. Анжерская глина содержит более высокий процент частиц коллоидных размеров. Водная суспензия этой глины остается мутной через 60 часов стояния, тогда как малининская и каменная глины в одинаковых условиях просветляются совсем. Пластичность глин уменьшается от анжерской к каменной. Особенно различна у глин пирокхимическая активность (способность слагать прочную структуру при обжиге), у анжерской глины она выражена в большей степени, у каменной—проявляется слабо. Малининская занимает среднее положение.

Химические составы тонких фракций (мельче 0,001 мм) исследуемых глин приведены в табл. 4.

Т а б л и ц а 4

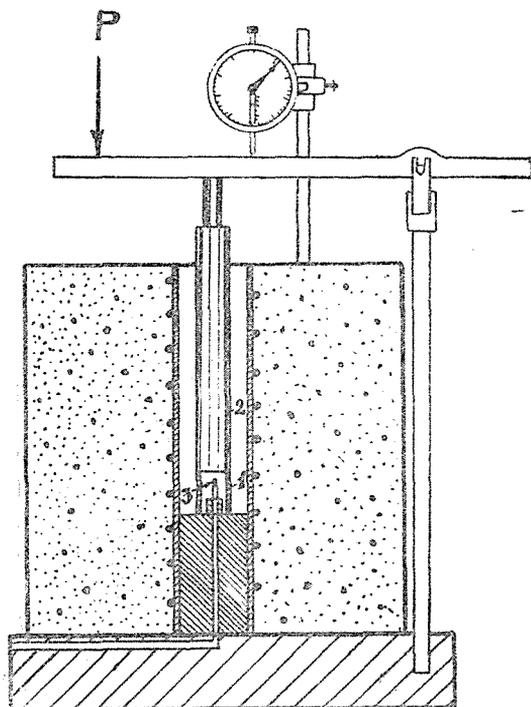
№ пп	Название глины	Химический состав фракций мельче 0,001 мм						
		п.п.п.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Сумма
1	Анжерская . .	18,40	43,48	21,04	8,86	4,40	2,35	98,53
2	Малининская .	16,20	41,25	23,55	6,95	6,25	2,04	96,24
3	Каменная . .	16,12	44,76	21,33	8,62	2,80	2,79	96,47

Глины содержат небольшие количества растворимых в воде солей; анжерская—0,08%, малининская—0,06% и каменная—0,1% и имеют обменную.

емкость соответственно: анжерская—31,45; малининская—8,5 и каменная—15,0 миллиэквивалентов на 100 г сухой глины.

Исследование деформации изделий при обжиге проведено на образцах, имеющих форму кольца, с размерами: высота 16 мм, наружный диаметр 16 мм, внутренний диаметр 12 мм.

Образцы формируются пластическим способом из глин с формовочной влажностью, при одинаковой нагрузке. Избыток массы из формы удаляется через боковое отверстие, что позволяет готовить образцы всегда одинаковой высоты и сравнительно одинаковой плотности. Образец в форме кольца с толщиной стенки в 2 мм принят с расчетом меньшего перепада температур внутри самого материала, что позволяет более точно исследовать температурную зависимость деформации. Обжиг производится в трубчатой печи. Образец (1) устанавливается на силитовую подставку, в центре которой находится выход горячего спая термодомы (3). Давление на образец пере-



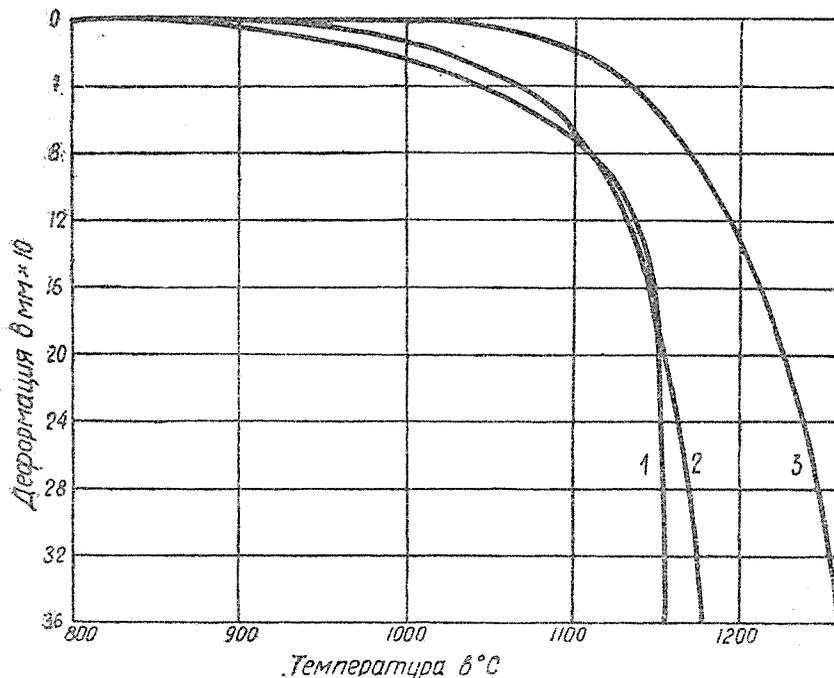
Фиг. 1. Установка для исследования деформации изделий из красных глин при обжиге.

дается через второй силитовый стержень (2). Схема установки показана на фиг. 1. Управление нагревом производится при помощи потенциалрегулятора. Период нагрева с сравнительно одинаковой скоростью, составляет 65—70 минут. Деформация образца при нагревании измеряется мессурой с точностью до 0,01 мм. Исследование деформации проведено с нагрузкой на образец в $1,0 \text{ кг/см}^2$. Кривые деформации образцов из глин природного состава в зависимости от температуры приведены на фиг. 2.

Образцы из всех трех глин в области их разрушения деформируются различно. Все три глины текут активно с температуры 1100°C . Деформация происходит вследствие того, что при этой температуре плавится скелетная часть структуры, сложенная зернами грубых фракций. Грубодисперсная часть всех трех глин, как указывалось выше, сложена полевыми шпатами; у анжерской и каменной преимущественно плагиоклазами кислой группы

с небольшим содержанием ортоклаза, а малининская, наоборот, имеет высокое содержание ортоклаза и небольшую примесь кислых плагиоклазов. Плагиоклазы кислого состава начинают плавиться с температуры около 1100°C. По этой причине образцы из всех трех глин и начинают активно течь при 1100°C. Высокое содержание ортоклаза в малининской глине в значительной степени повышает величину внутреннего трения структуры изделий вследствие более высокой огнеупорности и меньшей химической активности этого полевого шпата.

Относительно температуры начала деформации глины также ведут себя по-разному.



Фиг. 2. Кривые деформации образцов при обжиге из глин:

1 — анжерской, 2 — каменской, 3 — малининской.

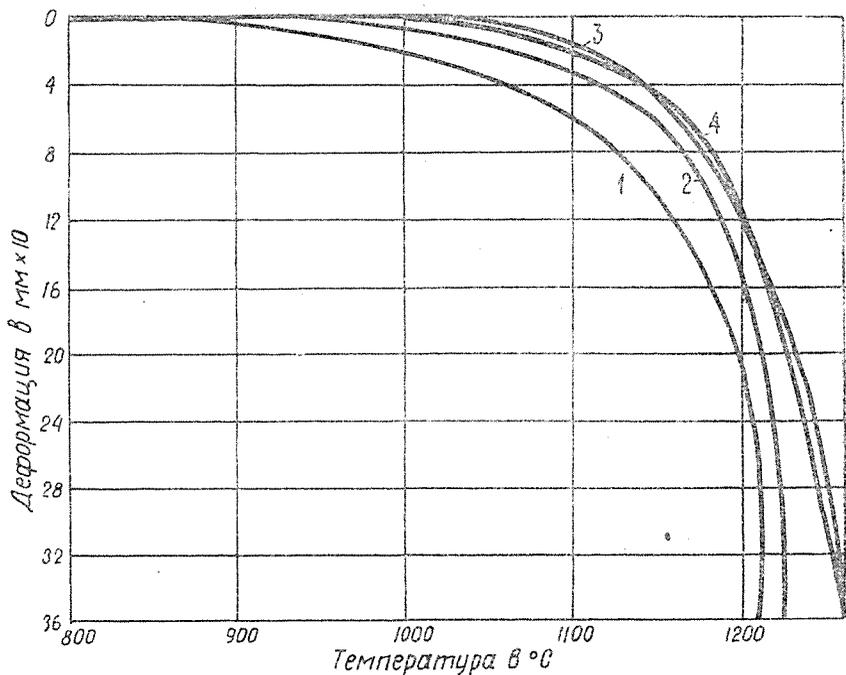
При более низких температурах, с 860°C начинает течь анжерская глина, с температуры 930°C деформируется образец из каменской глины и, наконец, с температуры 1040° деформируется образец из малининской глины.

С этих температур у всех глин наблюдается равномерная деформация, идущая с постоянной скоростью в некотором температурном интервале. Величина температурного интервала такой деформации составляет:

- у анжерской глины с 860 до 1100°C
- у каменской с 930 до 1080°C
- у малининской с 1040 до 1100°C.

Выше этих температур скорость деформации образцов увеличивается. Первая деформация, идущая с постоянной скоростью, происходит под действием первичного расплава, появление которого и обуславливает ослабление структуры. Первичный расплав, при температуре его появления, имеет вязкость, очевидно, достаточно высокую, и растворяющая способность такого расплава невелика.

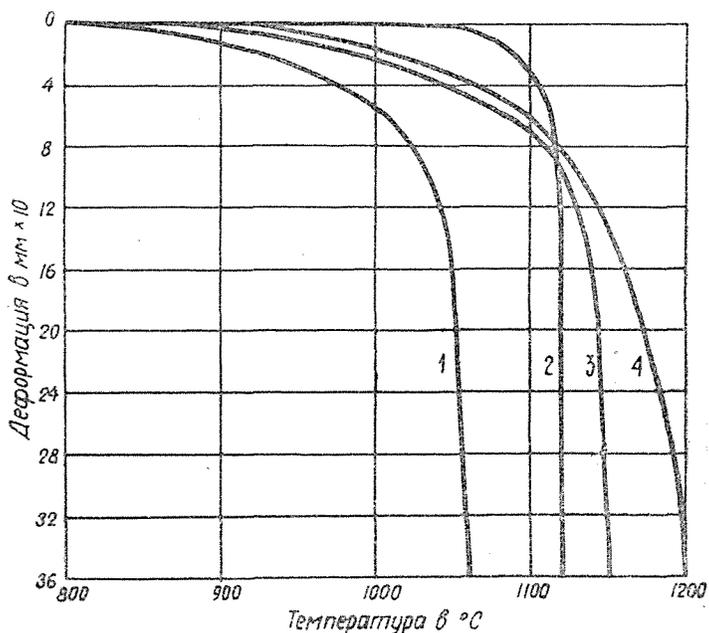
Но с повышением температуры уменьшение структурной прочности изделия связано с понижением вязкости расплава или кажущейся вязкости состава, в результате чего под действием внешнего давления изделия деформируется, а по мере сближения частиц, при деформации изделия величина внутреннего трения структуры возрастает. Поэтому в этом интервале каждой определенной температуре при постоянной внешней нагрузке соответствует определенная степень деформации образца. Выше этих температур, в результате плавления состава, увеличивается количество расплава, уменьшается его вязкость и понижается структурная прочность изделия. В этом интервале образец деформируется и в том случае, если нагрузка и температура будут поддерживаться постоянными. Данные этих опытов показывают, что спекание структуры изделий, сопровождающееся усадкой, без внешних нагрузок, происходит при более высоких температурах, чем температура появления первичного расплава, и с участием более высоких количеств расплава. А появление первичного расплава иногда фиксируется незначительным увеличением пористости структуры изделия.



Фиг. 3. Деформация образцов из малининой глины при обжиге: 1 — с добавкой 2% Na_2CO_3 , 2 — с добавкой 10% CaCO_3 , 3 — в природном состоянии, 4 — обработанная раствором NH_4Cl .

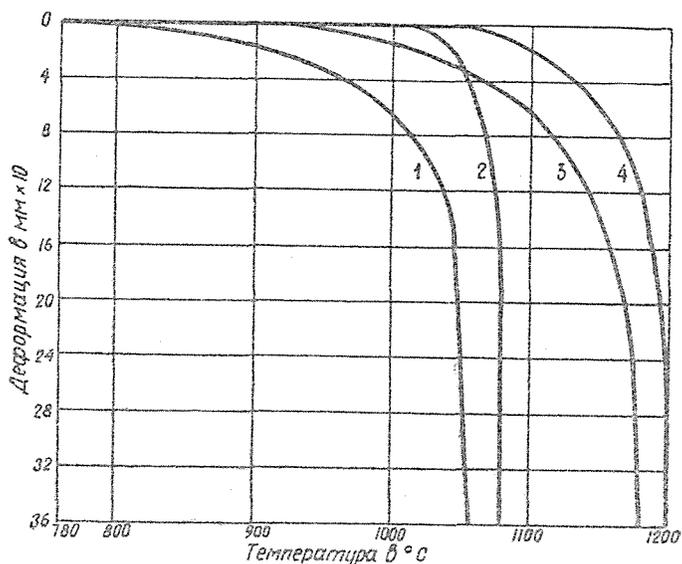
Из анализа кривых фиг. 2 также вытекает, что температурный интервал деформации и абсолютная величина деформации образцов находятся в прямой связи с количеством тонких фракций в глинах при одинаковом их химическом и минералогическом составе. Образцы из анжерской глины с большим содержанием тонких и коллоидных частиц и высокой обменной емкостью деформируются с более низких температур и в большей степени вследствие образования большего количества первичного расплава по сравнению с образцами из каменской и тем более из малининой глины, количество тонких фракций в которой и обменная емкость наименьшие. Первичный расплав в составах красных глин образуется в результате взаимодействия обменных щелочных катионов с сорбирующей основой, так как за-

мена природных сорбированных катионов на NH_4^+ — резко изменяет их текучесть при обжиге и главным образом в области температур появления первичного расплава.



Фиг. 4. Деформация образцов из анжерской глины при обжиге:
1 — с добавкой 2% Na_2CO_3 , 2 — с добавкой 10% CaCO_3 , 3 — в природном состоянии, 4 — обработанная раствором NH_4Cl .

Текучесть изделий из глин значительно увеличивается при введении в их состав щелочного катиона — натрия вследствие образования больших количеств первичного расплава. Но в глинах с малым содержанием тонких



Фиг. 5. Деформация образцов из каменской глины при обжиге:
1 — с добавкой 2% Na_2CO_3 , 2 — с добавкой 10% CaCO_3 , 3 — в природном состоянии, 4 — обработанная раствором NH_4Cl .

фракций и малой обменной емкостью замена природных обменных катионов или введение избытка натрия и кальция на изменение деформации изделий при обжиге сказывается менее резко (фиг. 3 малининская глина), в сравнении с глинами, содержащими более высокий процент тонких фракций (фиг. 4 и 5).

Низкотемпературная деформация образцов, обусловленная появлением первичного расплава, в присутствии карбоната кальция в глинах исчезает. Образцы в этом случае деформируются при более высоких температурах и значительно резче вследствие разрушения формы. В присутствии карбоната кальция повышается температура спекания и резко уменьшается интервал спекания красных глин с понижением их температуры плавления, что впервые было замечено Д. Н. Полубояриновым.

Выводы

Изделия из красных глин, содержащих карбонат кальция, имеют более высокую прочность структуры при обжиге и не деформируются вплоть до температуры спекания. Деформация таких изделий протекает резко и в коротком температурном интервале.

С участием щелочей изделия из глин деформируются плавно, в длинном температурном интервале. Такие составы являются более благоприятными для технологической переработки.